

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-214682

(43)Date of publication of application : 19.09.1991

(51)Int.Cl.

H01S 3/10
H01S 3/092

(21)Application number : 02-138625

(71)Applicant : LUMONICS LTD

(22)Date of filing : 30.05.1990

(72)Inventor : BURROWS GRAHAM
BURCH JAMES M

(30)Priority

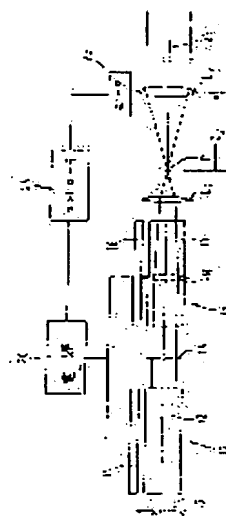
Priority number : 89 8912765 Priority date : 02.06.1989 Priority country : GB

(54) LASER

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable correction of changes in a lens effect, which is generated on a coupled optical step by a method, wherein a laser is provided with a means for adjusting the actual position of a second lens device for correcting the change in the average output of an exciting means of the coupled optical step.

CONSTITUTION: An active element 12 or each telescope is arranged in such a way that the apparent position of a heat-induced lens LR of the element 12 of a coupled optical step is positioned on the surface of the focal point P of a first lens device L1, whereby a lens system formed on the device L1 and the heat-induced lens LR of the element 12 have a constant focal length. In order to correct the change in the average output of an exciting means 18 of the coupled optical step, the position of a second lens device L2 is adjusted. Accordingly, although the average output of the means 18 is changed, the output beams which are parallel to each other and have a constant diameter are generated. As a result of this, a change in the lens effect, which is generated on the optical step, can be corrected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑪ 公開特許公報(A)

平3-214682

⑫ Int.Cl.⁵H 01 S 3/10
3/092

識別記号

Z

庁内整理番号

7630-5F
7630-5F

⑬ 公開 平成3年(1991)9月19日

審査請求 未請求 請求項の数 10 (全 10 頁)

⑭ 発明の名称 レーザ

⑮ 特 願 平2-138625

⑯ 出 願 平2(1990)5月30日

優先権主張 ⑰1989年6月2日⑱イギリス(GB)⑲8912765.8

⑳ 発 明 者 グラハム バアローズ 英国 シーヴィ22 6エヌエー ラグバイ ビルトン モ
ンタギュー ロード 4㉑ 発 明 者 ジェイムス モリス 英国 ケイティ14 6エイチティ サレイ ウェイブリッ
パーチ デ ウェスト バイフリースト フェアフィールド クロ
ス 1㉒ 出 願 人 ルモニックス リミテ 英国 シーヴィ21 1キユエヌ ワーウィックシェアー
ッド ラグバイ スウィフト ヴアリイ クロスフォード レー
ン (番地なし)

㉓ 代 理 人 弁理士 若 林 忠

明 細 書

1. 発明の名称

レ ー ザ

2. 特許請求の範囲

1. 少なくとも1つの光学段を含むレーザであって、前記または各々の段は活性素子から形成された細長い活性素子および活性素子を励起するための手段を有し、かつ前記または少なくとも1つの光学段は単一の望遠鏡を備え、それにおいては前記望遠鏡または前記望遠鏡の各々が第1のレンズ装置および第2のレンズ装置を含み、第1のレンズ装置および結合された光学段の活性素子は、活性素子の熱誘導されたレンズの見掛けの位置が第1のレンズ装置の焦点面に位置するように互いに関連して配置され、前記または各々の望遠鏡が、結合された光学段の励起手段の平均出力の変化を補正するために、第2のレンズ装置の実際の位置を調整するための手段を備えるレーザ。

2. 前記または各々の望遠鏡において、第2のレンズ装置の位置が、平行なビームを形成するた

めに調整される、請求項1記載のレーザ。

3. 前記または各々の望遠鏡において、第2のレンズ装置の位置が結合された光学段の励起手段の平均出力の関数として調整される、請求項1または2記載のレーザ。

4. 前記または各々の望遠鏡において、第1のレンズ装置が単一の収束レンズを含み、第2のレンズ装置が単一の収束レンズを含む、請求項1ないし3のいずれか1項に記載のレーザ。

5. 前記または各々の望遠鏡において、第1のレンズ装置が単一の発散レンズおよび単一の収束レンズから形成されたレンズシステムを含み、第2のレンズ装置が単一の発散レンズを含む、請求項1ないし3のいずれか1項に記載のレーザ。

6. 前記または各々の望遠鏡が、結合された光学段の活性素子のすぐ後ろの、レーザの出力ビームの伝播方向に位置している、請求項1ないし5のいずれか1項に記載のレーザ。

7. 単一の発振段、単一の増幅段および前記単一の増幅段に結合された単一の望遠鏡を含む、請

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載のレーザ。

8. 単一の発振段、2つの増幅段および各々が増幅段のそれぞれに結合された2つの望遠鏡を含む、請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載のレーザ。

9. 発振段の形の単一の光学段および発振段に結合された単一の望遠鏡を含む、請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載のレーザ。

10. 前記または各々の光学段の活性素子がネオジウムがドープされたイットリウムアルミニウムガーネットである請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 項に記載のレーザ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、少なくとも1つ以上の光学段を有するレーザあるいはレーザ装置と呼ばれるものに関する。

〔従来の技術〕

従来のレーザには単一の光学段があるが、それは発振段で、発振段は活性素材から形成された活

性素子および活性素材の励起のための手段を有する。活性素子は結合された励起手段の作用によりレンズ効果を受けるが、そのレンズ効果は次の理由で生ずる。まず、励起手段により供給されかつ活性素子に入射する光のほとんどは活性素子中に拡散され、それによって活性素子の温度が上昇する。活性素子の外側は冷やされているので、そこに温度の勾配すなわちグラジエント (gradient) が存在し、その軸線に沿って最も高い温度が生ずる。活性素子の光学的長さは温度によって変化するので、温度のグラジエントが生ずる結果として、活性素子は正のレンズが中央の位置に配置されているような作用をする。前記レンズは、以下においては熱誘導されたレンズと呼ぶ。

熱誘導されたレンズが補正されないレーザにおいては、ビームの発散は入力光によって変わる。レーザの多くの応用に関して、発振段からの出力ビームは、出力ミラーから好適な距離に次の光学素子を配置することにより、満足すべき方法でその光学素子に結合される。

3

〔発明が解決しようとする課題〕

レーザの応用によっては、出力ビームが平行であることが必要である。平行なビームを得るためには、熱誘導されたレンズを補正するために発振段のキャビティの内側の固定された位置に光学素子を含むことが公知である。レーザによっては励起手段の平均出力が、作動の必要条件に適合させるために変えられる。このように平均出力が変えられることにより、熱誘導されたレンズの焦点距離も変わる。また熱誘導レンズを補正するための公知の装置には、励起手段の特定の平均出力で補正を行なうように設計されているという欠点がある。

これまで発振段に続く1つ以上の増幅段を有するレーザが提案されてきた。そのようなレーザにおいては、増幅段の活性素子中の熱誘導されたレンズにより増幅段の出力ビームが収束される。収束の角度は増幅段に結合された励起手段の平均出力によって変わる。増幅段の出力ビームの収束、より詳細には収束の角度の変化は、増幅段の出力

4

ビームを次の光学素子に結合することをむずかしくする。

従って本発明の目的は、少なくとも1つの光学段に生ずるレンズ効果の変化を補正する、1つ以上の光学段を有する、新しい、または改良されたレーザを提供することである。

〔課題を解決するための手段〕

本発明により、少なくとも1つの光学段を含むレーザが提供され、前記または各々の段は活性素材から形成された細長い活性素子を有し、前記または少なくとも1つの光学段が単一の望遠鏡を備え、それにおいては前記望遠鏡または前記望遠鏡の各々は第1のレンズ装置および第2のレンズ装置を含み、第1のレンズ装置および結合された光学段は、活性素子の熱誘導されたレンズの見掛けの位置が第1のレンズ装置の焦点面に配置されるように互いに関連して配置され、前記または各々の望遠鏡は、結合された光学段の励起手段の平均出力の変化を補正するために、第2のレンズ装置の実際の位置を調整するための手段を備えてい

5

—730—

6

る。

〔作用〕

本発明のレーザにおいて、結合された光学段の活性素子の熱誘導されたレンズの見掛けの位置が第1のレンズ装置の焦点面に位置するように、前記または各々の望遠鏡を配置することにより、前記第1のレンズ装置から形成されたレンズシステムおよび活性素子の熱誘導されたレンズが一定の焦点距離を有する。結合された光学段の励起手段の平均出力の変化を補正するために第2のレンズ装置の位置を調整することにより、励起手段の平均出力が変化するにもかかわらず、平行で、一定の直径を有する出力ビームが生ずる。

〔実施例〕

ここで本発明を、例により図面を参照して、さらに詳細に説明する。

第1図は、本発明の第1の実施例によるレーザの配置図である。

第2図は、第1図のレーザの一部を形成している望遠鏡のレンズ構成要素の位置を示すための光

線図である。

第3図は、熱誘導されたレンズの見掛けの位置を測定するための光線図である。

第4図は、第1図のレーザの一部を形成しているモータのコントローラの構成図である。

第5図は、本発明の第2の実施例によるレーザの配置図である。

第6図は、本発明の第3の実施例によるレーザの配置図である。

第7図は、本発明の第4の実施例によるレーザの配置図である。

第8図は、本発明の第5の実施例によるレーザの配置図である。

第1図に関しては、発振段10および単一の増幅段11の形の2つの光学段を含むレーザが示されている。発振段は活性素材から形成され、かつ全反射ミラー13と部分反射出力ミラー14 (partially reflecting mirror 14)との間に配置されているロッド12の形の活性素子を有する。この例の活性素材は、ネオジムでドープされたイ

7

ットリウムアルミニウムガーネットである (Nd : YAG)。ロッド12は1組のフラッシュランプにより励起され、その1つは参照番号15により図示されている。

増幅段11は、1組のフラッシュランプにより励起されたNd : YAGロッド17を含み、フラッシュランプの1つは図示され、参照番号18により表示されている。

フラッシュランプ15および18は、米国特許第4,276,497号で説明されている形を取る電源20に接続されている。米国特許第4,276,497号に説明されているように、電源20はフラッシュランプ15、18に電流パルスを提供し、そのプロファイルおよび継続時間は変えられる。各パルスの継続時間は通常0.1 msよりも大きい。レーザの出力光パルスの継続時間およびプロファイルは、ほぼフラッシュランプ15、18に供給された電流パルスの継続時間およびプロファイルに従う。

フラッシュランプ15、18により出射され、

8

かつロッド12、17に入射する光のほとんどは前記ロッド中で拡散され、それによりその温度が上昇する。この例においては、ロッド12および17は、励起光の拡散の結果発生する熱を取り除くために水で冷却される。光はロッド12および17中で吸収されるが、熱は外側表面からしか取り除かれないので、各ロッド中に温度のグラジエントが生じ、温度は光学軸に沿って最大になる。ロッドの屈折率および長さは温度によって変わり、各ロッドは分布レンズとして作用する。わかりやすくするため、前記レンズ効果は、単一の収束レンズが中心に位置しているようなものであると考えることができる。ロッド17の場合には、前記単一の収束レンズは破線で示され、参照文字L₁で表示されている。ロッド17中の熱誘導されたレンズL₂により増幅段11の出力ビームが収束する。レンズL₂の焦点距離、従って増幅段11の出力ビームの収束の度合はフラッシュランプ18の平均出力によって変わる。レンズL₂を補正するために、増幅段11は1対のレンズL₁

9

-731-

10

および L_1 から形成された望遠鏡を備えている。

第1図からわかるように、ロッド12、ロッド17ならびにレンズ L_1 、および L_1 から形成された望遠鏡は共通の光学軸23上にある。

第2図に関しては、ロッド17とレンズ L_1 との関係を示す光線図が示されている。ロッド17は長さ L を有し、熱誘導されたレンズ L_2 はロッド17の中心を通る平面Cにある。第2図は初めにロッド17中を光学軸23に平行な行路35に沿って進む光線19を示す。光線はレンズ L_2 で反射され、さらにロッド17の末端表面21、次にレンズ L_1 で反射され、光学軸23上の地点Pで焦点が結ばれる。

レンズ L_1 から見ると、熱誘導されたレンズ L_2 は平面Cから軸方向に間隔を置いて配置されている平面Dにあるように見える。言い換えれば末端表面における反射の結果として、熱誘導されたレンズ L_2 は平面CとDとの間の距離だけ位置が変わったように見える。レンズ L_2 は焦点距離 f_2 を有するが、レンズ L_1 から見るとレンズ

L_2 は焦点距離 F_2 を有するように見える。 F_2 は次の式によって求められる。

$$F_2 = f_2 / n \quad \dots (1)$$

n はロッド17の素材の反射率である。第2図に示すように、平面Dはレンズ L_1 から距離 Z_1 の間隔を置いた位置にある。

レンズ L_2 および L_1 から形成されたレンズシステムの焦点距離は次の式により求められる。

$$1/f = 1/F_2 + 1/f_1 \quad \dots (2)$$

f_1 はレンズ L_1 の焦点距離である。

前記のように、レンズ L_2 の焦点距離、従って見掛けの焦点距離 F_2 は、フラッシュランプ18の平均出力によって変わる。焦点距離 f が前記平均出力によって変わることを防ぐために、距離 Z_1 はレンズ L_1 の焦点距離 f_1 に等しく設定される。従ってレンズ L_2 は、熱誘導されたレンズ L_1 の見掛けの位置がレンズ L_1 の前方の焦点面にあるように配置されている。 Z_1 を f_1 に等しく設定した結果、方程式(2)の右側の第1項

1 1

および第3項が消去され、焦点距離 f は次の式により求められる。

$$1/f = 1/f_1 \quad \dots (3)$$

ここで平面CとDとの間の距離は第3図に関して得られる。第3図はロッド17の断片を通る光線19を示す。

第3図に示すように、光線19は地点Eで平面Cと交わり、そこで角度Aで反射する。光線19は地点Hで出力表面21と交わる。行路35は地点Fで平面Dと交わり、地点Gで出力表面21と交わる。ロッド17の外側では光線19が行路35と角度Bを形成する。

角度AおよびBが小さいと仮定すると、平面CとDとの間の距離EF、したがって熱誘導されたレンズ L_2 の実際の位置と見掛けの位置との間の距離は次のように求められる。

$$GH = FG, B = A(L/2) \quad \dots (4)$$

従って、

$$B/A = (L/2)/FG \quad \dots (5)$$

屈折の法則により、

1 2

$$B/A = n \quad \dots (6)$$

$$\text{方程式(5)および(6)を組み合わせると、} \\ FG = (L/2)/(n) \quad \dots (7)$$

従って、

$$EF = (L/2) - FG = L(n-1)/2n \quad \dots (8)$$

再び第1図に戻るが、レンズ L_2 の焦点距離は変わるので、焦点Pの位置はレーザの光学軸23に沿って移動する。前記移動を可能にするために、レンズ L_2 は、焦点Pとレンズ L_1 との間の距離 Z_1 を一定に保つように、線形のステッパモータ22により軸方向に移動される。この例においては、レンズ L_2 の位置は、焦点Pがレンズ L_1 の前方の焦点面に位置するように調整されている。その結果として、レーザの出力ビームは平行になる。

モータ22はコントローラ24から制御信号を受け、コントローラ24は電源20から入力信号を受ける。コントローラ24の細部は第4図により詳細に示しているので、ここでその図に関して

コントローラ 24 の説明をする。

第 4 図に関して、コントローラ 24 はコンピュータ 25、メモリー 26 およびモータ 22 用のドライブ回路 27 を含む。電源 20 はバス 28 上でコンピュータ 25 の入力端にデジタル信号を送る。前記デジタル信号はフラッシュランプ 18 への有効な平均入力を表示する。メモリー 26 は平均出力の関数としてレンズ L₁ の位置に関する数値を示すルックアップテーブルを含む。ルックアップテーブルの数値は、平行なビームが得られるまで 1 組の平均出力値の各々に関してレンズ L₁ の位置を手で調整し、次にレンズ L₁ の位置を示すことによって求められる。フラッシュランプ 18 の有効な平均出力のために、コンピュータ 25 はメモリー 26 からレンズ L₁ の必要な位置に対応する数値を検索する。必要な位置は、バス 29 上のデジタル信号としてドライブ回路 27 に送られる。ドライブ回路 27 はライン 30 上の出力パルスをモータ 22 に送る。モータ 22 は、レンズ L₁ の実際の位置を必要な位置と同じになる

まで調整する。このようにコントローラ 24 はフラッシュランプ 18 の平均出力の関数の L₁ の位置を調整する。

レンズ L₁ および L₂ から形成されたレンズシステムの焦点距離がレンズ L₁ の焦点距離の変化にもかかわらず一定を保ち、またレンズ L₁ の位置も焦点 P がレンズ L₁ の前方の焦点面にあるように軸方向に調整されるので、レンズ L₁ の出力ビーム径も一定を保つ。従って第 1 図に示すレーザ中には、フラッシュランプ 18 の出力の変化にもかかわらず、一定のビーム径で平行を保つ出力ビームが生ずる。これは、ただ 1 つの要素、すなわちレンズ L₁ の位置を調整することによって行なわれる。

多くの応用に関して、レーザの出力ビームが平行を保ち、かつ一定のビーム径を有することは重要である。高出力レーザの 1 つの応用において、レーザの出力ビームは、望ましい位置への伝達のために光ファイバの入力面上に焦点が結ばれる。レーザの出力ビームが収束すると、それによって

1 5

ビームが光ファイバの入力表面から外側方向に漏れ、結果としていくらかのビームが光ファイバに沿って伝達されず、ファイバの外側部分が損傷を受ける。

先に挙げた例において、レーザの出力ビームは平行になり、平行になったビームは第 1 図に示すレーザのほとんどの応用の必要条件に対応するが、応用によってはビームを発散させたり収束させたりすることが必要である。これは、焦点 P をレンズ L₁ に近付けたリレンズ L₁ から離したりすることによって行なわれる。いずれの場合においても、焦点 P とレンズ L₁ との間の距離は、フラッシュランプ 18 の平均出力の変化にもかかわらず一定を保つ。

第 1 図に示すレーザにおいて、ロッド 12 中の熱誘導されたレンズにより、レーザビームはロッド 12 の末端と出力ミラーとの間で収束する。出力ミラーにおいては、レーザビームの射線はそれに対して垂直である。出力ミラー 14 を越えるとレーザビームは発散する。レーザビーム径がロッド

1 6

17 の入力端とロッド 12 の出力端とで同じになるように、ミラー 14 はロッド 12 と 17 との中間に位置している。

第 1 図に関して説明したように、レンズ L₁ の位置はフラッシュランプ 18 の平均出力の関数として調整される。他の方法によって、レーザの出力ビームが発散しているか、平行か、あるいは収束しているかを探知するセンサが与えられ、センサはビームが平行になるようにレンズ L₁ の位置を調整するためにモータ 22 によって使用される出力信号を出す。

第 1 図のレーザにおいてロッド 12 および 17 は各々 Nd : YAG から形成されているが、Nd : YAG の代わりにその他の活性素材、例えばネオジムがドープされたガラス (Nd : ガラス) が使用される。

先に述べたように、第 1 図に示すレーザの電源 20 の出す最小のパルス継続時間は 0.1 ms である。出力パルスが 0.1 ms 以上の継続時間を有すると、焦点 A におけるビームが空気を分解す

1 7

—733—

1 8

るのに十分なある瞬間の出力密度を有する危険性はないが、レーザが、例えば100msよりも短い継続時間のパルスで作動するように改造されると、その結果として焦点Pに生ずる高出力密度により空気が分解される。前記継続時間のパルスはQスイッチレーザ中に生ずるので、ここで第5図に関して、本発明による望遠鏡を備え、しかもその望遠鏡が空気の分解を防ぐような構造になっているQスイッチレーザの説明をする。

第5図に関しては、発振段100および増幅段101を含むQスイッチレーザが示されている。発振段100はNd:YAGから形成されたロッド112、偏光子113、電気光学的素子114、全反射ミラー115および部分反射出力ミラー116を含む。ロッド112は1組のフラッシュランプにより励起されるが、フラッシュランプの1つは図示され、参照番号117で表示されている。

増幅段101は、Nd:YAGから形成されたロッド120および1組のフラッシュランプを含

み、フラッシュランプの1つは図示され、参照番号121により表示されている。フラッシュランプ117および121は電源122から電力供給を受ける。また、図示されていないが、望ましい時直ちに電気光学的結晶114を変換するための回路を備えている。

増幅段101は、両凹レンズL₁₁、両凸レンズL₁₂および両凹レンズL₁₃を含む望遠鏡を備えている。レンズL₁₁およびL₁₂はともにレンズシステムを形成し、このレンズシステムはロッド120中の熱誘導されたレンズの見掛けの位置が前方の焦点面に位置するように構成されている。従ってロッド120中で熱誘導されたレンズならびにレンズL₁₁およびL₁₂から形成されたレンズシステムの組み合わせられた焦点距離は一定で、フラッシュランプ121の平均出力によって変わるようなことはない。レンズL₁₃の位置は、フラッシュランプ121の平均出力の変化にも関わらず平行な出力ビームが得られるように、モータ124により軸方向に調整される。モータ124

19

はコントローラ123から制御信号を受ける。コントローラ123はフラッシュランプ121に供給された平均出力を示す電源122からの信号を受ける。

容易に理解できるように、第5図に示す例においては、レンズL₁₁、L₁₂およびL₁₃から形成された望遠鏡は、単一の地点に増幅段101の出力ビームの焦点を結ばせない。従って空気が分解される危険性はない。

第6図に関しては、本発明によるレーザの別の例が示されている。第6図に示すレーザは一般に第1図に示すレーザと同様で、同様の部品が同様の参照番号および文字で示されているので、前記部品の詳細な説明は行わない。

第6図に示すレーザにおいて、レンズL₁₁およびL₁₂から形成され、かつロッド17と結合されている望遠鏡はロッド10と17との間に位置している。これは、第1図に示すレーザにおいて望遠鏡がロッド17の後ろの発振段10の出力ビームの伝播方向に配置されているのとは対照的であ

20

る。レンズL₁₁はロッド17の隣に配置され、かつロッド17中の熱誘導されたレンズの見掛けの位置はレンズL₁₁の後ろの焦点面に位置している。レンズL₁₂は発振段10とレンズL₁₁との間に位置し、その軸方向の位置は以前のようにモータ22により調整される。レンズL₁₁およびL₁₂から形成された望遠鏡によりロッド17への入力ビームが発散し、それによってロッド17中の熱誘導されたレンズL₁₃が補正される。レンズL₁₃の軸方向の位置は、ロッド17からの出力ビームを平行にするために調節される。

第7図に関しては、本発明によるレーザの別の例が示されている。第7図に示すレーザは発振段200ならびに1対の増幅段201および202を含む。

発振段200は、Nd:YAGから形成されたロッド205、全反射ミラー206、部分反射ミラー207および1組のフラッシュランプを有し、フラッシュランプの1つは参照番号208により表示されている。

21

—734—

22

第1の増幅段201は、Nd:YAGから形成されたロッド210および1組のフラッシュランプを有し、フラッシュランプの1つは参照番号211で表示されている。同様に、第2の増幅段202はNd:YAGから形成されたロッド213および1組のフラッシュランプを有し、フラッシュランプの1つは参照番号214で表示されている。フラッシュランプ208、211および214は電源215から電力供給を受ける。

増幅段201は1対の収束レンズL₁およびL₂から形成された望遠鏡を備える。同様に増幅段213は1対の収束レンズL₃およびL₄から形成された望遠鏡を備える。前記望遠鏡の各々の作動は、一般に第1図に示すレンズL₁およびL₂から形成された望遠鏡の作動と同様である。従ってロッド210中の熱誘導されたレンズの見掛けの位置はレンズL₁の前方の焦点面に位置し、ロッド213中の熱誘導されたレンズの見掛けの位置はレンズL₃の前方の焦点面に位置している。レンズL₁およびL₂の軸方向の位置は

2 3

発振段300は、Nd:YAGから形成されたロッド301、全反射ミラー302、部分反射出力ミラー303および1組のフラッシュランプを有し、フラッシュランプの1つは図示され、参照番号305で表示されている。フラッシュランプは電源306から電力供給を受ける。これまで説明した構成要素は従来のもので、例えば英国のラグビーのルモニックス社が販売しているJK701型レーザに使用されている。

ロッド301中で熱誘導されたレンズを補正するために、発振段300はレンズL₁およびL₂から形成された望遠鏡を備えている。ロッド301中の熱誘導されたレンズの見掛けの位置は、レンズL₁の前方の焦点面に位置している。レンズL₂の軸方向の位置は、レーザビームがレンズL₂とミラー303との間で平行になるようにモータ307により調整される。その結果として出力ビームも平行になる。モータ307はコントローラ308から制御信号を受け、コントローラ308はランプ305の平均出力を示す電源

モータ220および221により調整されている。より詳細には、レンズL₁の位置はロッド213のビームの入力端に平行なビームを出すように調整され、レンズL₂の位置はレーザの出力ビームが平行になるように調節される。

モータ220および221はコントローラ222から制御信号を受け、コントローラ222はフラッシュランプ211および214に供給される平均出力を示す電源215から信号を受ける。

従って第7図に示す例において、各増幅段はロッド中に生ずるレンズ効果を補正するために望遠鏡を備えている。単純化したものとして、レンズL₁およびL₂から形成された望遠鏡を省略することができる。その結果としてレーザからの出力ビームは平行にならないが、応用によっては許容される。

第8図に関しては、本発明によるレーザの別の例が示されている。第8図のレーザは、発振段300の形の単一の光学位を有する。

2 4

306からの信号を受ける。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の第1の実施例によるレーザの配置図である。

第2図は、第1図のレーザの一部を形成している望遠鏡のレンズ構成要素の位置を示すための光線図である。

第3図は、熱誘導されたレンズの見掛けの位置を測定するための光線図である。

第4図は、第1図のレーザの一部を形成しているモータのコントローラの構成図である。

第5図は、本発明の第2の実施例によるレーザの配置図である。

第6図は、本発明の第3の実施例によるレーザの配置図である。

第7図は、本発明の第4の実施例によるレーザの配置図である。

第8図は、本発明の第5の実施例によるレーザの配置図である。

10、100、200、300・・・発振段、

2 5

—735—

2 6

11、101、201、202・・・増幅段、
 12、17、112、120、210、213、
 301・・・ロッド、
 13、115、206、302・・・全反射ミ
 ラー、
 14、116、207、303・・・部分反射出
 カミラー、
 15、18、117、121、205、208、
 211、214、305・・・フラッシュラン
 プ、
 19・・・光線、
 20、122、215、306・・・電源、
 21・・・出力表面、
 22、124、220、221、307・・・モ
 ータ、
 23・・・光学軸、
 24、123、222、308・・・コントロー
 ラ、
 25・・・コンピュータ、
 26・・・メモリー、

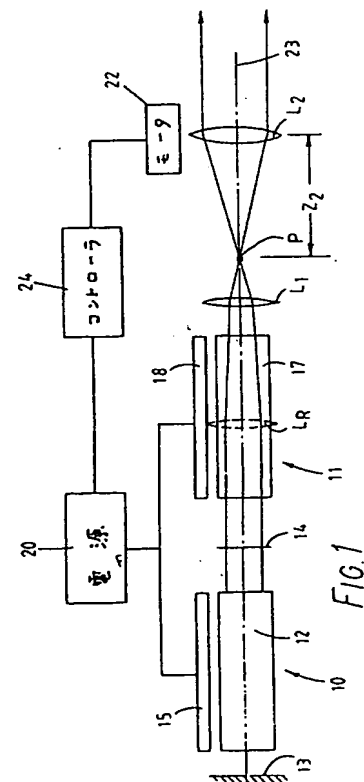
27・・・ドライブ回路、
 28、29・・・バス、
 30・・・ライン、
 35・・・行路、
 113・・・偏光子、
 114・・・電気光学的素子。

特許出願人 ルモニツクス リミテッド
 代理人 若林 忠

27

28

番号	名 称
10	発振段
11	増幅段
12	ロッド
13	全反射ミラー
14	部分反射出力ミラー
15	フラッシュランプ
17	ロッド
18	フラッシュランプ
20	電源
22	モータ
23	光学軸
24	コントローラ



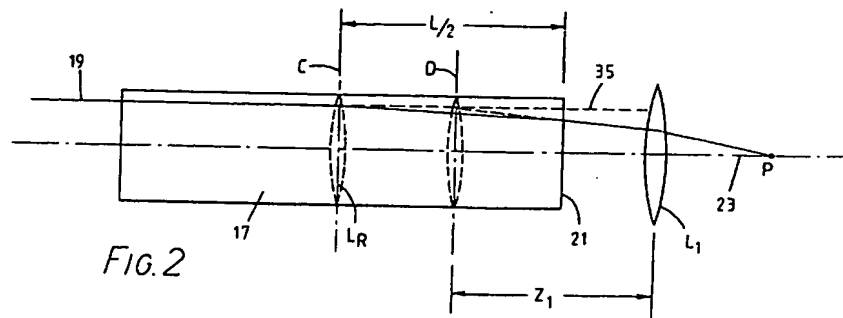


FIG. 2

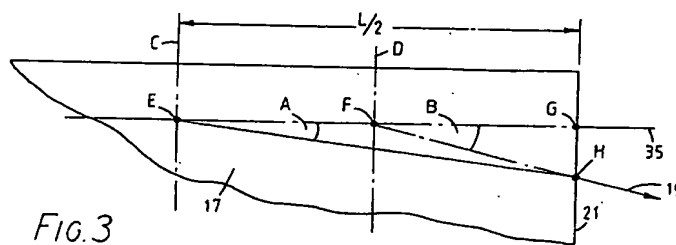


FIG. 3

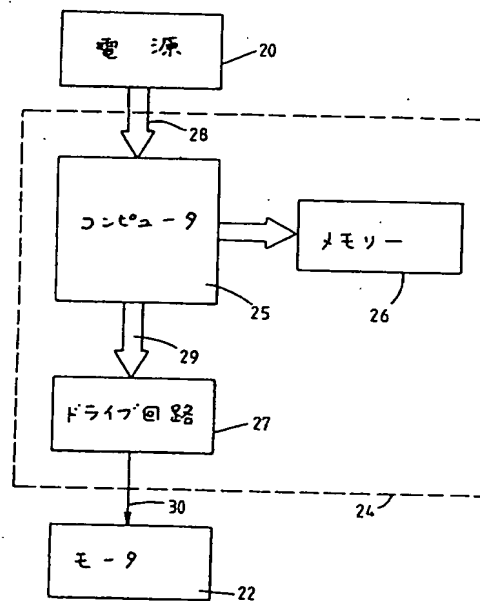


FIG. 4

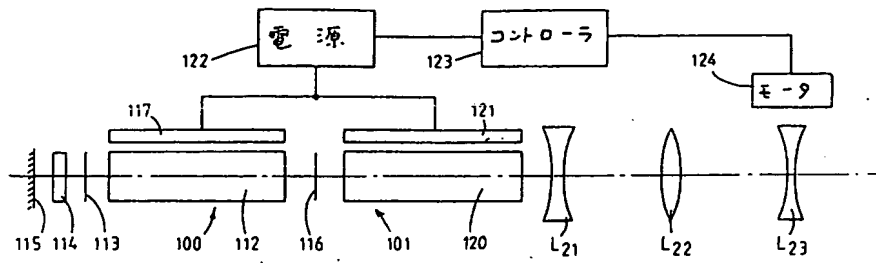


FIG.5

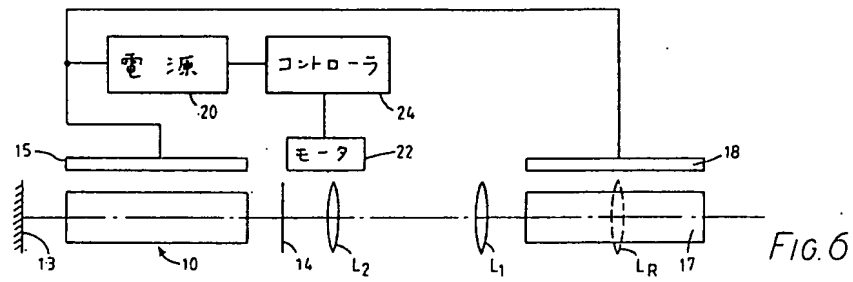


FIG.6

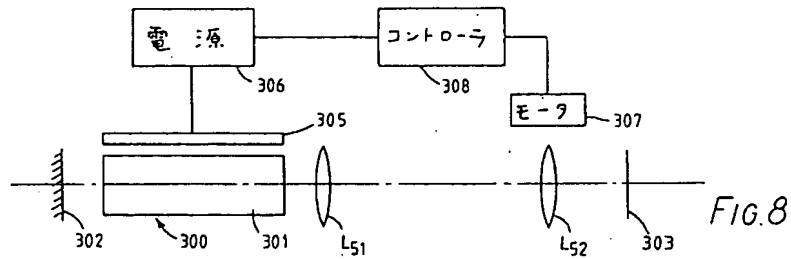


FIG.8

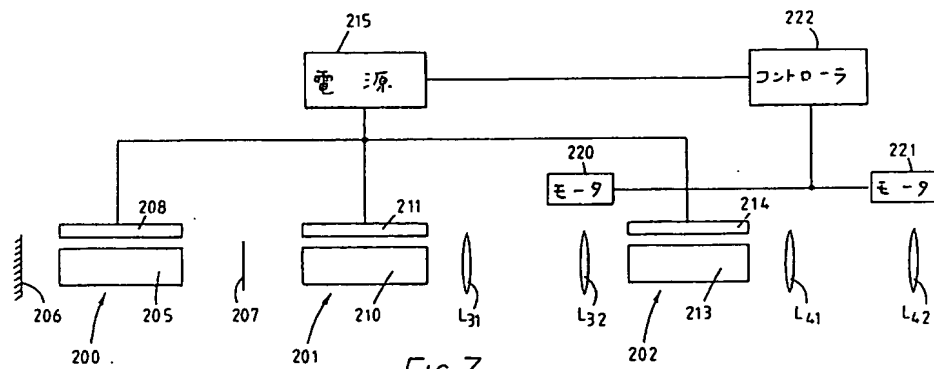


FIG.7